

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



**Jana Staňková**

**Role čichového vnímání u novorozenců**

The role of olfactory perception in newborns

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Jitka Fialová

Konzultant: doc. Mgr. Jan Havlíček, Ph.D

Praha, 2015

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 14. 8. 2015

Podpis

**Poděkování:**

Velice děkuji své školitelce Mgr. Jitce Fialové za trpělivost, čas a ochotu při vedení mé bakalářské práce. A dále bych chtěla poděkovat doc. Mgr. Janu Havlíčkovi, Ph.D. za konzultace a přínosné rady ke zpracování práce.

**Abstrakt:**

Jedním z nejdůležitějších vztahů v našem životě je vztah matky a dítěte. Značné množství studií poukazuje na to, že při navazování tohoto pouta, hraje důležitou roli čichová percepce. Několik studií již ukázalo, že matky, které mají těsnější vztah se svými dětmi a tráví s nimi více času, jsou lepší v rozpoznávání jejich tělesné vůně. Podobně novorozenci jsou úspěšní v rozpoznávání vůně své matky, vůně jejího prsu i vlastní amniotické tekutiny. Tyto vůně preferují před jinými vůněmi a jsou pro ně uklidňující. Vůně matčina prsu pak hraje zásadní roli při nastartování kojení. Již během prenatálního vývoje mají při vnímání okolí pro dítě čichové podněty, které ho obklopují v plodové vodě, pravděpodobně velký význam; na sluchové a vizuální podněty je totiž toto prostředí poměrně chudé. Ukazuje se, že vystavení odorantům *in utero* skrz stravu, kterou matka konzumuje, ovlivňuje následné reakce dětí. Tyto pachy jsou následně pozitivněji přijímány než pachy, se kterými děti nemají žádnou předchozí zkušenost. Díky takovému brzkému seznámení se s vůněmi a chutěmi typickými pro vlastní kulturu se pak mohou formovat pozdější stravovací návyky.

Cílem bakalářské práce je shrnout a kriticky prověřit dosavadní evidenci o roli čichového vnímání u novorozenců v oblastech vztahu matky a dítěte a formování pozdějších čichových a chuťových preferencí.

**Klíčová slova:** čich, tělesná vůně, strava, novorozenci, komunikace, chemická komunikace

## **Abstract**

One of the most important relationships in our lives is the bond between mother and child. A considerable amount of studies have shown that olfaction plays an important role in establishing this bond. As previous research already demonstrated, mothers who spend more time with their children and form a closer relationship with them are better at recognizing their child's body odor. Similarly, newborns are relatively successful at recognizing the smell of their mother, the smell of their mother's breast and the scent of their own amniotic fluid. These scents, compared to others, are not only more preferred by newborns but also appear soothing for them. Moreover, the smell of mother's breast plays a crucial role in starting of breastfeeding. The environment in utero is rather deprived of auditory and visual stimuli and thus olfactory cues play an important role in this ontogeny phase. It has been shown that prenatal exposure to odorants through amniotic fluid affects subsequent reactions of children. The effect is conveyed through food that the mother ingests; these odors are then received more positively than the odors that children were not previously exposed to. This early acquaintance with smells and flavors typical for a specific culture might, to some extent, shape the later eating habits of children.

The aim of this bachelor work is to summarize and critically examine existing evidence of the role of olfactory perception in newborns; specifically, the area of relationship between mother and child and the subsequent shaping of olfactory and taste preferences.

**Key words:** smell, body odor, diet, newborns, communication, chemical communication

## Obsah

Úvod .....	1
Anatomie a fyziologie čichu.....	2
Anatomie lidského čichového systému .....	2
Fyziologie čichu .....	4
Čichové schopnosti .....	4
Testy čichových schopností.....	6
Teorie komunikace .....	7
Chemická komunikace .....	9
Čich v prenatálním období .....	10
Čich u kojenců.....	12
Morfologie prsu.....	16
Komunikace mezi matkou a dítětem .....	17
Závěr.....	20
Seznam literatury.....	22

## Úvod

Co je to vlastně čich? Čich je jeden ze smyslů, kterým vnímáme okolní svět, je ontogeneticky nejstarší, ale paradoxně o něm víme nejméně ze všech ostatních smyslů. Výzkum čichu je totiž celkem složitý, a také proto se tedy této oblasti v minulosti nevěnovalo tolik pozornosti. Až do 70. let 20. století, kdy se o čich lidé začali více zajímat a uvědomovat si jeho důležitost.

V poslední době řada výzkumů poukazuje na důležitost čichu v oblasti lidské sociální komunikace, jako je například výběr partnera, vztah mezi matkou a dítětem a rozpoznání příbuzných. Čich slouží také jako varovný a únikový systém před potenciálně nebezpečnými pachy (např. při požáru) a uplatňuje se i v oblasti související s příjmem potravy, jako je její vyhledání, rozpoznání, hodnocení kvality a vyhýbání se zkažené potravě. Prostřednictvím čichu tedy získáváme informace o okolním světě a také spojuje odoranty z prostředí s našimi pocity. Vývoj a formování čichu je dlouhý a komplikovaný proces. U člověka, na rozdíl od jiných druhů živočichů, se smysl pro čichovou percepci vyvinul poměrně špatně, protože čich pro nás není majoritním smyslem a spoléháme se spíše na zrak. V živočišné říši mají oproti lidem lépe vyvinutý čich například psi, kdy člověk má cca 40x menší povrch čichové sliznice a méně čichových receptorových buněk.

Čich a vnímání pachů se tedy liší mezi živočišnými druhy a také mezi jednotlivými lidmi v různých věkových kategoriích. Například děti jsou obecně tolerantnější k pachům, které mohou být dospělému člověku nepříjemné, protože se nejspíš ještě kulturně nenaucily vyhýbat těmto pachům. Citlivost k různým odorantům je odlišná i mezi pohlavími. V tomto případě platí, že ženy mají v průměru lepší čichové schopnosti a jsou více citlivé i všímavé k okolním pachům.

Tato práce se zaměřuje na čichovou percepci a preference dětí v prenatálním období a u novorozenců. Pro ty není totiž hlavním smyslem zrak, ale pro orientaci v okolí novorozenci využívají čich ve větší míře než dospělí jedinci. Především proto, že funkce chemosenzorického systému se vyvíjí poměrně brzy, také prostředí *in utero* není nijak bohaté na vizuální a sluchové podněty a zrak po narození není tedy ještě plně vyvinut. Chemická komunikace novorozenců probíhá převážně jen mezi nimi a matkou a v tomto období se vytváří pouto, které je významné pro jejich budoucí vztahy. Navíc čich hraje důležitou roli při nastartování kojení.

Cílem práce je stručně objasnit anatomii a fungování čichu, shrnout způsoby testování čichových schopností a poukázat na jeho důležitost v každodenním životě. Hlavní část textu se pak zaměřuje na dosavadní studie týkající se čichové percepcie u novorozenců a zhodnocení

jejich preferencí vůní objevujících se jak bez nutnosti předchozí zkušenosti (kupříkladu přitažlivá vůně matčina prsu), tak těch vytvářených opakovaným setkáváním se s těmito pachy. Ty se pak nejspíše podílejí na formování pozdějších preferencí a stravovacích návyků. Závěrečná část práce se zabývá chemickou komunikací se zaměřením na morfologickou strukturu prsu a její roli při komunikaci mezi matkou a novorozencem.

## Anatomie a fyziologie čichu

Informace o vnějších podnětech získáváme pomocí smyslových receptorů, které je poté pomocí nervů předávají dále do mozku.

U savců se vyskytuje několik recepčních systémů na zachycování pachů. Zaměřím se na hlavní části jako je hlavní čichový orgán, trojklaný nerv a vomeronasální orgán (Müller-Schwarze 2006). Funkcí hlavního čichového systému u živočichů je příjem veškerých pachů, slouží také k vyhledávání a rozpoznávání potravy a jeho prostřednictvím získávají informace o predátorovi či kořisti. Trojklaný nerv slouží mimo jiné k zachycování části čichového vjemu jako je pálení, chlazení, štípání a podobné pocity.

Pro obratlovce je důležitý také přídatný čichový orgán zvaný vomeronasální orgán (VNO) či Jacobsonův orgán. Jeho hlavní funkcí je feromonová komunikace, dále slouží k chemické komunikaci mezi jedinci opačného pohlaví či například hadům napomáhá ve vyhledávání potravy (Müller-Schwarze 2006).

## Anatomie lidského čichového systému

Systémy zachycující u člověka odoranty z prostředí jsou již zmíněný trojklaný nerv (*nervus trigeminus*), VNO a hlavní čichový systém.

Čichový systém se skládá z periferní a centrální oblasti. Periferní část obsahuje čichovou sliznici pokrývající horní část nosní dutiny a okolní oblasti nosní přepážky spolu s nervovými vlákny. Sliznice je potažena vrstvou sekretu, který je v přímém kontaktu s okolním vdechovaným a vydechovaným vzduchem. Periferní část je dále tvořena převážně oblastí obsahující čichový epitel nazvané *regio olfactoria*, kde jsou umístěny senzorycké buňky zajišťující čichové vnímání, a oblastí obsahující respirační epitel zvané *regio respiratoria*. V centrální části se nachází čichový bulbus (*bulbus olfactorius*) spolu s příslušným neurálním spojením (Laing a kol. 1991; Doty 2001).



Důležitou součástí periferního čichového systému je čichový epitel. Skládá se ze tří typů buněk, z čichových, podpůrných a bazálních buněk. Čichové nebo jinak také receptorové buňky jsou bipolární buňky nacházející se na počátku čichové dráhy, v *regio olfactoria*. Na dendritické části těchto chemosenzorických buněk jsou drobné řasinky neboli *cilie*, představující receptorovou část buňky a díky nim mohou buňky přijímat čichové vjemy. K příjmu čichových podnětů dochází v hlenové vrstvě čichové sliznice, do které *cilie* zasahují a touto vrstvou sekretu jsou zvlhčovány. Přítomnost *cilií* také zvětšuje povrch všech čichových buněk, čímž se zvyšuje citlivost k odorantům, protože na řasinkách jsou umístěny senzorké čichové receptory.

Podpůrné buňky mají především ochrannou funkci, poskytují ostatním buňkám mechanickou oporu a mimo jiné mají také i funkci sekreční (Čihák 2004, s.591). Třetí typ buněk, buňky bazální, jsou významné pro obnovu čichových receptorových buněk. Díky posledním dvěma zmíněným typům buněk má epitel jedinečnou schopnost obnovy a regenerace, a to dokonce i v dospělosti (Laing a kol. 1991; Doty 2001; Čihák 2004, s.591).

Centrální část čichového systému tvoří *bulbus olfactorius* neboli čichový bulbus a jeho morfologicky a funkčně přilehlé části (Chen a kol. 2010). Z periferní oblasti sem vedou sdružující se axony čichových buněk a receptorové buňky se bez synapsí dostávají až do čichového laloku mozku. Primárním čichovým centrem u člověka je čichový bulbus, kde dochází k přepojování přijatých informací a zpracovávání signálu.

Jak již byl zmíněno, u obratlovců hraje v čichovém vnímání důležitou roli také vomeronasální orgán. Mnoho výzkumů se již zaměřilo na to, zda vomeronasální orgán je či není funkční také u člověka. Převládající dostupná evidence poukazuje spíše na to, že není, protože VNO neobsahuje funkční receptorové buňky, dále nebylo nalezeno neurální spojení mezi mozkiem a tímto orgánem a také většina genů kódujících VNO receptory není funkční. Tento předpoklad podporuje i fakt, že u člověka není vyvinut přídatný čichový lalok, ve kterém by byly podněty z VNO zpracovávány jako je tomu u ostatních savců (Meredith 2001). Vomeronasální orgán, i když nefunkční, se přesto nachází v podstatě u všech dětí a u cca 80% dospělých. Pozůstatek VNO je u člověka umístěn na radličné kosti jako slepě ukončená jamka či vchlípení.

Další systém podílející se na zachycování čichových podnětů z okolí je trigeminální systém obsahující *nervus trigeminus*. Trojklaný nerv je citlivý na podněty, které získáváme běžným nadechnutím či přičichnutím a podílí se na podvědomé detekci vůní (Jacquot a kol. 2004). Volná nervová zakončení trojklaného nervu jsou odpovědná za percepci pocitu chladu, pálení, podráždění, štípání, lechtání a bolesti (Hummel 2000). Dále se mohou dostavit změny

v dýchání, sekreci a dalších psychofyzických odezvách (Cometto-Muñiz & Doty 2003). Tyto schopnosti jsou významné při vyhýbání se potenciálně nebezpečným či škodlivým látkám (Brand 2006) a hrají roli v obranných reakcích. Schopnost zachycovat a vnímat odoranty prostřednictvím trigeminálního systému ale postupně klesá s přibývajícím věkem (Hummel a kol. 2003).

### Fyziologie čichu

Jak bylo popsáno, k přijetí čichového vjemu dochází v oblasti obsahující čichové buňky. Poté se molekuly odorantů transportují k *regio olfactoria* a následně k *ciliím* čichových buněk. Zde se pomocí receptorových buněk mění původní chemický signál, jakým byla pachová látka, na signál elektrický, vzniká akční potenciál (nervový vzruch) a elektrický signál je dále zpracováván centrálním nervovým systémem (Doty 2001).

Také musí být zajištěno navázání molekul pachových látek na specifický receptorový protein, aby mohlo dojít k aktivaci signální kaskády a k následnému vzniku akčního potenciálu (AP). Pachové látky se proto kvůli lepší pohyblivosti směrem k receptorům navazují na bílkovinu zvanou *odorant-binding protein (OBP)*. Mechanismus jeho vzniku je založen na zvýšení hladiny cAMP (*cyklický adenosinmonofosfát*) a vápenatých iontů uvnitř *cilií* receptorových buněk (Firestein 2001; Kleene 2008).

### Čichové schopnosti

Dawn P. Flanagan čichové schopnosti popsal jako schopnosti, které umožňují zachycení pachů a odorantů a jejich následné zpracování (Flanagan a kol. 1997). Čichové schopnosti se obecně dělí na schopnost identifikace, diskriminace vůní a na senzitivitu neboli citlivost k odorantům. S čichovými schopnostmi souvisí také pojem čichová či chemosenzorická percepce. Percepcí neboli vnímáním získáváme informace o okolním světě díky smyslovým receptorům a ty po zachycení podnětu předávají informaci dál do mozku pomocí nervů. Výsledkem percepce je vjem, který každý může zpracovávat trochu jinak. Chemosenzorickou percepcí rozumíme získávání informací a chemických látek z okolního prostředí, které vnímáme prostřednictvím nosní a ústní dutiny. Vůně můžeme přijímat a transportovat do nosní dutiny oronasálně či retronasálně. Oronasální percepcí se rozumí běžné dýchání nebo přičichnutí k vůni a retronasálně vnímáme vůně při polknutí potravy, kdy se odorant dostává přes nosohltan k *regio*

*olfactoria*, přičemž jsou drážděna nervová zakončení čichového nervu v dorzální části nosní dutiny.

Jak již bylo zmíněno, každý člověk má odlišnou vnímavost a toleranci k odorantům, rozdílné schopnosti identifikace pachů a liší se i citlivost vnímání vůní. Zmíněné čichové schopnosti jsou tedy jiné jak mezi různými věkovými kategoriemi (Doty, Shaman, Applebaum, a kol. 1984), tak mezi novorozenci děvčaty a chlapci (Makin & Porter 1989) a také mezi muži a ženami. Dospělé ženy jsou v průměru citlivější a všímavější k odorantům v prostředí (Doty a kol. 1985). Jejich větší citlivost je pravděpodobně spojena mimo jiné s ženským reprodukčním chováním, jako je například párování či rozpoznávání příbuzných nebo také s poněkud odlišným okolím a činnostmi s ním spojenými (např. vyhledávání potravy, vaření) (Dalton a kol. 2002). Dále bylo zjištěno, že ke zhoršení čichu dochází po 60. roce a zhoršování pokračuje pak i nadále (Doty, Shaman, Applebaum, a kol. 1984).

Odlišností čichových schopností u novorozenců se zabývali Makin a Porter (1989). V této studii zjistili, že novorozená děvčata lépe reagují na předkládané pachové podněty, kdy atraktivita vůně matčiny bradavky byla pro děvčata signifikantně větší než kontrolní polštářek bez vůně. Chlapci nevykazovali výrazné preference v otáčení hlavy za odorantem předkládaným na vatovém polštářku oproti neodorizované podložce a z této studie byli tedy vyřazeni (Makin & Porter 1989).

Schopnost čichového vnímání je spojena s vnímáním chuti a příjmem potravy. Bez správně fungujícího čichového systému bychom tedy nebyli schopni kvalitně přijímat potravu (Lawless 1991), proto při úplné ztrátě čichové funkce neboli *anosmii* dochází mimo jiné k poruchám s příjmem potravy, problémům při vaření, kdy člověk necítí připálené jídlo a může docházet i k subjektivnímu pocitu ztráty chuti kvůli porušení funkce čichového epitelu nebo porušení nervových vláken. Čichové funkce mohou být dále také porušeny již od narození nebo může dojít k narušení během života například následkem úrazu či zánětu dutin. Lidé poté nejsou schopni detekovat kvalitativní čichové vjemy a mohou být i nejistí ohledně svého tělesného pachu (Temmel a kol. 2002). Toto onemocnění může způsobovat i ohrožení různými nebezpečnými plyny, protože anosmici je nejsou schopni ucítit (Miwa a kol. 2001). U novorozenců dále může docházet ještě k obtížím s kojením a tím také může být narušen vztah mezi matkou a dítětem (Chalouhi a kol. 2005). Po ztrátě čichové funkce může také docházet k problémům v partnerském životě, kdy se partneři například už tolik nepřitahují.

## Testy čichových schopností

Měření čichových schopností se provádí pomocí psychofyzických, elektrofyziologických, reflexních a zobrazovacích metod. Při prvním typu testování je získáváno kvantitativní hodnocení funkcí čichu a od testovaného člověka je vždy vyžadována aktivní spoluúčast a vědomá odpověď (Doty & Laing 2003). Odpověď na předkládané odoranty lišící se intenzitou či kvalitou může být verbální nebo písemná.

Druhým typem, elektrofyziologickými metodami, se čichově evokované potenciály měří mimo jiné pomocí elektroolfaktogramu a magnetického zobrazování. Pomocí tohoto zobrazení lze najít místo elektrické aktivity v mozku a můžeme jím měřit aktivitu neuronů zapojených do zpracování čichové informace (Kobal 2003, s.241).

Reflexní metoda je založena na aplikování pachové látky, elektrickém snímání a sledování změn v povrchovém napětí kůže. Dále se mohou projevit i změny krevního tlaku či srdečního tepu nebo změny v dýchání (Hawkes & Doty 2009, s.63).

Poslední zmíněná metoda sloužící ke sledování zpracování čichových podnětů je zobrazovací metoda. V současné době se provádí nejčastěji pomocí neinvazivní funkční magnetické rezonance (Sobel a kol. 2003).

Nyní budu popisovat psychofyzické testování čichových schopností. Psychofyzické testy měří senzitivitu k odorantům, schopnosti diskriminace a identifikace pachů. Měření senzitivity neboli citlivosti testuje, zda je člověk schopen vnímat určitý odorant nebo zachytit změny v jeho intenzitě, test diskriminace se vyznačuje schopností odlišit jeden pach od ostatních a schopnost identifikace pachů se rozděluje na test volné identifikace a nucené volby. V prvním případě testovaná osoba určí odorant a jeho možný původ na základě volných asociací a druhý způsob se provádí výběrem jednoho z několika názvů (Eibenstein a kol. 2005; Hummel a kol. 2010) Identifikace pachových látek také vyžaduje určitou zkušenost jedince s odoranty, a proto je mimo jiné věk podílejícím se faktorem na testování lidských čichových schopností, ale identifikace pachů jsou v určité míře schopni už i novorozenci.

Mezi nejznámější a nejrozšířenější identifikační testy, které budu popisovat, patří test UPSIT (University of Pennsylvania Smell Identification Test), při kterém participanti pomocí metody nucené volby (vždy je vyžadován výběr jedné z možností) vybírají u každého ze 40 vzorků 1 ze 4 možností (Doty, Shaman, Kimmelman, a kol. 1984). Způsob nynějšího vyšetřování UPSIT testem byl ustanoven v 80. letech 20. století, kdy byl do testu přidán výběr názvů pro pachovou látku z několika možností. Předtím na konci 19. století se vyšetřovala především hodnota prahu pro různé odoranty, ale později se zjistilo, že o funkci prvního hlavového nervu lépe vypovídá

vyšetření intenzity, příjemnosti či kvality pachových látek v nadprahových koncentracích a schopnost tyto látky správně pojmenovat (Doty, Shaman & Dann 1984).

Dalším známým testem čichových schopností je test Sniffin' Sticks (čichová pera), který měří čichový práh, diskriminaci pachů a také identifikaci pachů pomocí metody nucená volba ze tří výběrového testu (Hummel a kol. 1997). „Sniffin' Sticks“ jsou vhodné pro běžné klinické hodnocení čichové výkonnosti a poskytují kompletní výsledek čichových schopností (Hawkes & Doty 2009, s.66–72). Při testování čichového práhu musí participant označit, které pero ze tří předkládaných (2 prázdná a 1 odorizované různými koncentracemi n-butanolu) je podle něj odorizované. Testy diskriminace jsou v tomto případě založeny na schopnosti odlišit od sebe dva rozdílné odoranty, které se kvalitativně liší. Opět jsou předložena 3 pera, přičemž dvě z nich obsahují stejný odorant a 1 odlišný. Testovaná osoba označuje, které ze vzorků se mu jeví jako stejné a které odlišné (Doty & Laing 2003, s.211–212; Hummel a kol. 1997).

Významným testem pro zachycení těžkých poruch čichu je test parfémovaných fixů (Odourized Marker Test). Testovací sada obsahuje 6 barevných fixů v jednom balíčku, které obsahují různé odoranty v nadprahových hodnotách. Tato metoda testování byla vyvinuta v ČR a slouží například k rozpoznání anosmie (Vodicka a kol. 2007).

Dále se kromě již zmíněných kategorií testují schopnosti čichové paměti a hodnotí se intenzita či příjemnost vůní (Hawkes & Doty 2009, s.63).

Hodnocení všímavosti k pachům probíhá také například prostřednictvím dotazníků, kde výzkumníci mimo jiné zjišťují, kolik času lidé věnují všímání si pachů či jak příjemné vůně mohou ovlivnit jejich náladu (Smeets a kol. 2008; Ferdenzi a kol. 2008).

U novorozenců se testování čichových schopností a preferencí provádí obtížněji, protože nemohou vědomě verbálně odpovídat na otázky. Proto se čichové preference u novorozenců zjišťují podle otočení hlavy k určitému čichovému podnětu, měří se doba otočení k podnětu či se kódují mimické pohyby novorozenců.

## Teorie komunikace

Komunikace je součástí sociálního chování, které umožňuje sdílení informací mezi jedinci. Ti na sebe vzájemně působí, když reagují jeden na druhého (Smith 1980). Dorozumívání mezi jedinci může probíhat na úrovni vizuální, akustické nebo chemické.

Jak vyplývá z předchozího tvrzení, komunikace je charakteristickým rysem živočichů žijících ve skupině, ale v určité míře komunikují všichni živočichové. Pro nesociálně žijící musí být vždy vysílání informace či signálu málo nákladné a výhodné (Maynard Smith & Harper 1995). Odesílatel může okolní jedince informovat o svém reprodukčním statusu, zdraví, místě v sociálním systému, teritoriu či individuální identitě (Brennan & Kendrick 2006). Jedna z definic říká, že při komunikaci musí být úspěšně odeslán a přijat signál, jedná se tedy o soubor odpovídajících odesílaných signálů a odpovědí (Scott-Phillips 2008).

Během let se postupně vyvíjel názor na evoluci a důvody vzniku komunikace a signalizace. Pro úspěšný přenos informací je tedy nutná existence odesílatele a příjemce signálu. Jak tedy mohl vzniknout signál, pokud nebyl nikdo, kdo by reagoval na odesílatele? Odpověď přišla s myšlenkou vzniku signálů z ritualizace, kdy se ze spontánních reakcí stalo vodítko (*cue*), které v případě, že chování jedinců bylo výhodné, se změnilo v signál. Vodítko samo tedy signál není, jen se v signál může vyvinout. Tuto teorii vzniku signálů zastával Huxley (Scott-Phillips 2010), kdy původně spontánní chování jednoho živočicha, využívali ostatní jedinci v některých situacích jako vodítko.

Další vývoj myšlení nastal, když byla nahrazena teorie skupinového výběru, kterou zastával Scott-Phillips, za teorii příbuzenského výběru (Maynard Smith 1976). Kdyby komunikace probíhala podle teorie skupinového výběru, tak by byl zájem skupiny nad zájmem jedince, což by bylo pro jedince nevýhodné. Výhodnější je tedy stát se sobcem. Poté by úspěšnější jedinci v populaci šířili sobeckou alelu a populace by mohla vymřít. Ale v populaci, kde se uplatňuje příbuzenský altruismus, nemají jedinci vždy odlišné zájmy a v komunikaci se nevyskytuje neustálý konflikt a tím, že jedinci pomáhají příbuzným, zvyšují i vlastní fitness (Maynard Smith 1976; Maynard Smith & Harper 1995).

V současné době je nejuznávanější Maynard Smithova a Harperova adaptační teorie komunikace, ve které je definice komunikace založena na adaptaci (Scott-Phillips 2010). Tito autoři zastávali názor, že v komunikaci nedochází jen ke konfliktu zájmů a komunikace je adaptivní pro oba účastníky. Čichovou komunikací mezi matkou a novorozencem se budu zabývat právě prostřednictvím jejich adaptacionistického přístupu.

Dle této teorie je jako signál definováno jakékoli chování nebo struktura zvyšující fitness jedince a pozměňující chování k ostatním příjemcům (Maynard Smith & Harper 1995). Scott-Phillips na tyto autory navazuje a zmiňuje další definici signálu. Jedná se o čin nebo strukturu, který mění a ovlivňuje chování jiných organismů, vyvinul se kvůli tomu, aby ovlivnil chování a je účinný protože se vyvinula i odezva příjemce ( Scott-Phillips 2008). Stejně tak vodítko je

cokoliv, co ovlivňuje chování jiných organismů, ale s tím rozdílem, že se nevyvinulo kvůli tomu účinku.

### Chemická komunikace

V roce 1972 Eisenberg a Kleiman definovali chemickou komunikaci jako proces, při kterém odesílatel vytvoří signál a ten je přenesen vzduchem či vodou k příjemci signálu. Příjemce signál přijme pomocí smyslových receptorů, rozpozná ho a adekvátním způsobem na něj odpoví, buď změnou ve fyziologii nebo v chování (Eisenberg & Kleiman 1972).

Smysly (například čich), díky kterým může probíhat chemická komunikace, jsou evolučně nejstarší ze všech a sdílí je všechny skupiny živočichů (Wilson 1970). Charakteristická pro tento způsob komunikace je možnost komunikovat i za tmy, což třeba u vizuální komunikace není možné. Dále je možné odesílat informace na dlouhé vzdálenosti, odoranty rozpuštěné ve vodě či vzduchu v prostředí mohou vydržet i několik měsíců a dokáží překonat různé překážky. Na druhou stranu při tomto typu komunikace nelze přesně lokalizovat odesílatele, protože není přítomný v okamžiku, kdy příjemce obdrží signál, odoranty z daného místa časem postupně vyprcháávají, což poněkud komplikuje použití v tom samém prostoru a následně je i problém s novými odoranty, které se se starými míchají či překrývají. Chemická komunikace je též značně rozmanitá, protože může probíhat na souši i ve vodě a liší se podle různých fyzikálních vlastností prostředí (Müller-Schwarze 2006).

Nyní je nutné rozebrat, co lze považovat za komunikaci v pravém slova smyslu a co už ne. Podle definice je pro úspěšnou komunikaci nutná existence odesílatele a zároveň i příjemce signálu (Scott-Phillips 2008). Dále musí být přítomný nějaký specializovaný orgán, struktura či chemická látka, která ovlivňuje chování ostatních jedinců, měla by být vyvinuta jen pro tento účel a být účinná, protože se vyvinula odezva příjemce (Maynard Smith & Harper 1995;; Scott-Phillips 2008). Odezvu u příjemce musí signál spolehlivě vyvolat vždy stejnou, signál musí být také přesně definovaný a nesmí selhávat.

Těmto podmínkám nejlépe vyhovuje nalézání matčiny bradavky podle její vůně. Většinou tato interakce probíhá tak, že odesílatel (matka) produkuje chemické látky či jejich směsi, atraktivní pro novorozence, vyvolá tak u příjemce (dítě) odezvu a následuje změna v chování, což zde znamená nalezení bradavky a sání (Scott-Phillips 2008; Makin & Porter 1989; Varendi a kol. 1994). Matčina bradavka spolu s Montgomeryho žlázami tak tvoří specializovanou strukturu, která se vyvinula kvůli tomu, aby ovlivnila chování příjemce, vykazuje známky toho, že se vyvinula jen k tomuto účelu. Tomuto odpovídá specifické rozmístění žláz na dvorcích bradavek

(vyšší koncentrace u nosíku dítěte při kojení) naznačujících jejich komunikační funkci (Schaal a kol. 2006). V tomto případě je signál specifický jen mezi matkou a dítětem a je celkem spolehlivý, jak vidíme v předchozích kapitolách týkajících se novorozenecké úspěšnosti nalézání bradavky podle vůně.

Z definice komunikace dále vyplývá, že výměna informací musí být také pro obě strany výhodná. Novorozenec získává potravu a matka tímto zvyšuje pravděpodobnost, že potomek bude prosperovat a její geny budou předány do následující generace a zvýší se také její fitness. Jak bylo zmíněno, signál je struktura, co zvyšuje fitness jedince a ovlivňuje chování ostatních příjemců (Maynard Smith & Harper 1995).

Způsob chemické komunikace mezi novorozencem a matkou probíhá tedy formou signálů a chování vyvolané vůní je podle definice adaptivní pro obě strany (Scott-Phillips 2010; Maynard Smith & Harper 1995).

Naopak vzájemné rozpoznávání tělesné vůně mezi matkou a novorozencem funguje nejspíše pomocí pachových vodítek (*cues*) obsažených v individuální tělesné vůni. S pravou komunikací má společné to, že rozpoznání vůně je pro oba výhodné, ale na rozdíl od komunikace v pravém smyslu, v tomto případě nemusí vždy docházet ke stále stejné odezvě, nedochází k tolik specifickým odpovědím a častěji může také docházet k selhání a chybám. Matky a jejich děti tedy dokáží navzájem rozpoznávat své individuální vůně a někdy i lépe než jiný nepříbuzný jedinec (Porter 1998).

## Čich v prenatálním období

Nejbouřlivější růst a vývoj orgánů a smyslů probíhá v prenatálním období, kde se plod již seznamuje s odoranty rozpuštěnými v plodové vodě, získává tak informace o matčině stravě a to ovlivňuje jeho pozdější chuťové a čichové preference. Další vývoj a adaptace na okolní prostředí probíhá pak v novorozeneckém období, které začíná po narození, odstřížením pupeční šňůry a končí 28. den po porodu (Sedlak & Bláha 2007).

V průběhu prenatálního vývoje plod retronasálně vnímá okolí a čichové podněty takto získané si pravděpodobně pamatuje i po porodu. Ve dvouvýběrovém experimentu bylo ve studii Schaala (1995) zjištěno, že novorozenci preferovali vůni vlastní plodové vody oproti vůni plodové vody jiného novorozence či oproti kontrolnímu vzorku. Byl zaznamenán také *bias* v otáčení hlavy na pravou stranu, ale změřením doby, kdy byl novorozenec otočen k vůni této amniotické tekutiny bylo potvrzeno, že děti umí poznat vůni plodové vody a touto vůní jsou



přitahovány po dobu nejméně 2 dní po narození (Schaal a kol. 1995). Novorozenecké reakce na vůni amniotické tekutiny a čichové funkce plodu byly dále testovány u dětí kojených a krmených sunarem. Obě skupiny vykazovaly preference v rychlejším otočení hlavy za povědomou vůni amniotické tekutiny. Novorozenci tedy preferují svoji již dobře známou vůni před jinou podobnou nepříbuznou vůní (Schaal a kol. 1998). Pachové látky, které byly obsaženy v plodové vodě matky, jsou pro novorozence prokazatelně atraktivní, což může být vysvětlením pro to, že jsou přitahováni především vůní prsu kojící ženy a ne v takové míře jinými matčínými sekrety (Porter & Winberg 1999). Chemické profily sekretů prsu a vůně plodové vody se totiž do jisté míry překrývají, takže proto může být postnatální přitažlivost k vůni bradavky spojována s prenatálním vystavením této vůni. Děti ale také přitahuje axilární vůně matky, jak bude zmíněno později (Cernoch & Porter 1985).

Vůni plodové vody, kterou novorozenci poznali již v děloze, také preferují před vůní potravy, se kterou získali zkušenost až po narození. To bylo testováno na novorozencích krmených sunarem a bylo zjištěno, že mají hlavu otočenou déle k polštářku s vůní vlastní plodové vody než k podložce s vůní, kterou poznali postnatálně v kontextu příjmu potravy (Marlier a kol. 1998a). Tento efekt je nejsilnější 2 dny po narození a přetrvává následně ještě minimálně další 2 dny.

Důležitost čichového vnímání v prenatálním období ukazuje i studie H. Varendi (1998), ve které byl zjištěn uklidňující vliv amniotické tekutiny na novorozence. 60 dětí narozených matkám nekuřačkám bylo vystaveno vůni známé amniotické tekutiny, vůni matčina prsu či kontrolního polštářku a měřila se doba jejich pláče při oddělení od matky. Novorozenci, kteří byli vystaveni vůni amniotické tekutiny, plakali méně oproti kontrolní skupině nebo oproti jedincům vystaveným vůni prsu matky. Výsledky výzkumu tak naznačují, že chemické látky obsažené v plodové vodě novorozence uklidňují a pomáhají jim adaptovat se na okolní prostředí, které je pro ně nové. Vůně amniotické tekutiny a vůně prsu tedy značně ovlivňují chování a dobu pláče dítěte (Varendi a kol. 1998; Doucet a kol. 2007).

Čichové preference vůně vlastní plodové vody před ostatními ukazuje na to, že vůně, kterou poznali *in utero*, je pro novorozence atraktivní, a tak prenatální zkušenost může ovlivnit časné preference vůní u novorozenců a ty se poté vyvíjejí s dalšími zkušenostmi. Tato hypotéza byla podpořena několika následujícími studiemi čichu u novorozenců (Marlier a kol. 1998b; Varendi a kol. 1997).

Také konzumace různých potravin, například anýzu v těhotenství ovlivňuje chování a preference dětí po narození. Děti narozené matkám, které konzumovaly anýz, vykazovaly méně

negativních mimických reakcí na předkládanou vůni anýzu oproti dětem, které se s anýzem nesetkaly v prenatalním vývoji. Opakované setkávání s určitou vůní vytváří pozdější stravovací návyky a preference a přes amniovou tekutinu a mateřské mléko tak dítě přichází do styku se stravou typickou pro danou rodinu či kulturu (Schaal a kol. 2000).

Všechny zmíněné studie zabývající se prenatalním učením však byly prováděny až postnatálně.

## Čich u kojenců

Novorozenci mají neostré vidění a sluchem vnímají nejlépe jen vyšší frekvence ženské řeči, zatímco pomocí čichu dokáží vnímat vůně již v děloze a vůni matčiny bradavky poznají už v 1. týdnu po narození (Lebl a kol. 2007; Macfarlane 1975; Porter & Winberg 1999). Během několika minut po narození je u novorozenců spontánně vyvolána preferenční orientace hlavy směrem k bradavce. Vůně matčiny bradavky následně pomáhá k úspěšné lokalizaci, sání a ovlivňuje celkovou motorickou aktivitu dítěte (Porter & Winberg 1999).

Tvrzení, že se novorozenci orientují podle čichu, bylo podpořeno studií H. Varendi (1994), které se účastnilo 30 dětí těsně po porodu. Jejich matkám byla omyta 1 bradavka s tím, že se ošetřením nezměnila její teplota a obě prsa matky měla stejnou tělesnou teplotu. Dále byli novorozenci matkám položeni na hrudník a sledovalo se, zda bez asistence začnou sát z prsu zbaveného pachu či z prsu s mateřskou vůní. Bylo zjištěno, že 22 dětí preferovalo bez navádění neomytý prs s charakteristickou přirozenou vůní a během 1 hodiny od narození z něj začali sát (Varendi a kol. 1994). O několik let později tento pokus opakovali s několik dní starými dětmi a výsledek byl obdobný, jen s tím rozdílem, že neomytý prs preferoval větší počet dětí (Varendi a kol. 1997).

První empirická studie týkající se novorozeneckých preferencí byla publikována v roce 1975 a bylo zjištěno, že děti jsou přitahovány vůní matčiny bradavky. K této vůni byli totiž novorozenci otočeni déle než ke kontrolnímu neodorizovanému polštářku (Macfarlane 1975). S unikátním pachovým podpisem matky se kojenci seznamují hned po narození a následně tuto vůni začnou preferovat před ostatními vůněmi (Porter 1998).

Pro novorozence je vůně prsu kojící ženy velice atraktivní, a to i tehdy, když nepochází od jejich matky (Makin & Porter 1989). Tuto vůni preferují i děti, které jsou krmeny sunarem a dokonce je pro ně příjemnější, než vůně jejich vlastního sunaru (Porter a kol. 1991).

Zda existuje preference pro vůni prsu kojící ženy, bylo testováno na 2 týdny starých dětech, které byly od narození krmené umělou stravou. Testování dvouvýběrovým testem odhalilo

preferenci pro vůni prsu nepříbuzné kojící ženy oproti jejímu podpažnímu pachu. Novorozenci také preferovali vůni prsu kojící ženy oproti nekojící ženě či oproti kontrolnímu neodorizovanému vzorku. Tato studie též podporuje hypotézu, že z bradavky kojící ženy se vylučují chemické látky, které jsou atraktivní i pro nepříbuzná novorozená děvčata, ta jsou v testování čichových preferencí lepší než novorozenci opačného pohlaví. Chlapci tak byli ze studie vyřazeni, protože nevykazovali signifikantní preference pro určitou vůni. Preference vatového polštářku s vůní kojící ženy a vnímavost k ní přetrvává u novorozených holčiček i za situace, že s tímto odorantem nemají žádnou předchozí zkušenost (Makin & Porter 1989). Další studie zabývající se atraktivitou vůně prsu testovala novorozence krmené umělou stravou a jejich preference. Zaznamenávala se doba otočení hlavičky novorozence k určité vůni na vatovém polštářku umístěném z každé strany vedle dítěte. Bylo zjištěno, že signifikantně vyšší počet dětí dával přednost přirozené vůni prsu kojící ženy, se kterou neměli žádnou předchozí zkušenost před výživou, kterou jsou krmeni od narození a na kterou jsou zvyklé. Vůni prsu preferovali i přesto, že vůně umělé mléčné stravy byla spojena s příjmem potravy a dobou krmení. To mimo jiné vypovídá o získání určitých preferencí v prenatálním období, dále toto zjištění podporuje tvrzení, že se nejedná jenom o podmíněnou reakci na odměnu v podobě potravy a že preference je tedy do určité míry vrozená (Porter a kol. 1991).

Preference a atraktivita vůní se u novorozenců mění v čase a rychle se vyvíjí po porodu (Varendi a kol. 1997). Během prvních dní po narození nejdříve preferují prso s neomytou bradavkou a poté spíše vůně prsu spojené s amniotickou tekutinou než s normální přirozenou vůní (Varendi a kol. 1997). Neomytý prs je pro novorozence nejvíce atraktivní 3. - 4. den života a preference pro normální vůni prsu je opět více výrazná pro děvčata. 2. – 5. den si většina z testovaných novorozenců vybrala prs potřený vůní amniotické tekutiny oproti přirozeně vonícímu prsu. Ti, kteří preferovali vůni prsu bez ošetření, byli před testováním v bližším a delším kontaktu s matkou a více času strávili kojením. V dalších experimentech později většina novorozenců již preferovala vůni prsu kojící ženy. Preference pro amniovou tekutinu totiž po narození slábnou a reakce na přirozenou vůni prsu mohou být poté ještě posíleny postnatální zkušeností (Varendi a kol. 1997).

S podporou této myšlenky přišel již zmíněný L. Marlier (1998), který tvrdil, že novorozenecké preference se rychle vyvíjejí s postnatálními zkušenostmi a že jejich brzké preference jsou ovlivněny prostředím *in utero*. Experimentálně též zjistil, že zpočátku je nejatraktivnější vůně kolostra, tj. první sekrece z mléčné žlázy po porodu, dále je pro novorozence atraktivní vůně prsu kojící ženy a následně vůně mateřského mléka (Marlier a kol. 1998b).

O několik let později byla zkoumána preference mateřského mléka oproti umělé stravě (Marlier & Schaal 2005). Když se jednalo o předložení neznámého mateřského mléka a neznámého sunaru jak kojeným, tak dětem krmeným sunarem, obě skupiny preferovaly mateřské mléko a vykazovaly též sací pohyby, které odkazují na připravenost novorozenců ke kojení. Pokud ale byli kojenci vystaveni známé vůni umělé stravy a neznámé vůni lidského mateřského mléka, tak reakce nebyly jednoznačné. K signifikantní preferenci mateřského mléka dochází při předložení pro novorozence neznámé vůně mateřského mléka a známé vůně umělé stravy ve stejné intenzitě. Tyto výsledky ukazují, že vůně lidského mateřského mléka je pro novorozené děti atraktivnější a preference je do značné míry nezávislá na postnatální zkušenosti (Marlier & Schaal 2005).

Vůni a chuť mateřského mléka ovlivňuje mimo jiné i strava matky a také obohacuje život novorozence o nové podněty a protilátky. Kvalita mléka je tedy ovlivněna matkou a určitým typem přijímané potravy (Mennella & Beauchamp 1991).

Ve studii zabývající se sensorickými vlastnostmi mateřského mléka a behaviorální odezvou novorozence, byla testována otázka, zda se změní chování dítěte, když budou kojící matce podány tablety s česnekem. Bylo zjištěno, že děti při kojení sály s vyšší frekvencí a signifikantně déle než ty, jejichž matky dostaly jen placebo tabletky. V tomto případě se ovšem nezvýšil přísun mléka, což mohlo znamenat, že některé matky již neměly dostatek mateřského mléka (Mennella & Beauchamp 1991).

Atraktivita mateřského mléka, se též zvyšuje po tom, co matka požije česnekovou tabletu a je tomu tak hlavně u dětí, které se ještě s česnekovou vůní neseťkaly. Může se tak jednat o reakci na novou chuť oproti těm, kteří byli česnekové vůni v mléce vystaveni už dříve, protože předchozí opakované vystavení může být chuťově monotónní a mdlé a nová chuť stimuluje sání (Mennella & Beauchamp 1993).

Větší frekvence sání a delší doba kojení může také nastávat díky vůni, se kterou se již dříve mohli novorozenci setkat. Známou vůni dítě lépe a rychleji přijme, takže nastane efekt pozitivního přijetí (Mennella & Beauchamp 1999; Schaal a kol. 2000). Česnek má také vliv kromě mateřského mléka i na vůni plodové vody a intenzita této vůně je podle dospělých hodnotitelů kvůli němu vyšší či více česneková (Mennella a kol. 1995).

Kromě česneku vůni a příchuti mateřského mléka ovlivňuje také konzumace vanilky, anýzu, mrkve či alkoholu.

Vliv vůně alkoholu na děti byl zjištěn v kontextu s množstvím alkoholu vypitým rodiči. To znamená, že u dětí žijících v domácnosti, kde jeden nebo oba rodiče únikově pili alkohol, se se

signifikantně vyšší pravděpodobností projevovala nechuť k vůni lahve obsahující alkohol oproti dětem, jejichž rodiče alkohol pili v menším množství. Experiment formou hry testoval preference starších dětí, které v jeho průběhu byly v přítomnosti matky. Bylo zjištěno, že nezávisle na tom, zda rodiče pili alkohol, byla pro děti nejatraktivnější žvýkačková vůně a nejméně atraktivní byla vůně pyridinu. Tuto vůni dokázaly také nejlépe identifikovat a byla pro ně atraktivnější než neodorizovaná lahev či vůně piva. Vůně piva byla pak pro děti přitažlivá, pokud vyrůstaly v úplné rodině, kde ani jeden rodič nepil alkohol. Pokud ale jeden z rodičů únikově pil alkohol, děti tuto vůni odmítaly. Podobné výsledky vycházely i v případě, že dítě vyrůstalo jen s matkou. Tato studie ukazuje, že časné učení vůně alkoholu je založeno na smyslové a emocionální zkušenosti či emočním kontextu, ve kterém rodiče pijí alkohol a má původ v prostředí, ve kterém dítě vyrůstá (Mennella & Garcia 2000). Další experimentální evidenci u lidí, že prenatální setkání s vůní a chutí plodové vody ovlivní postnatální odpovědi na chuť pevné stravy dětí, přinesla studie z roku 2001. V tomto experimentu byly vytvořeny tři skupiny těhotných žen, které plánovaly své děti kojit. Tyto ženy pily 300 ml mrkvového džusu nebo vody 4x týdně po dobu tří týdnů v posledním trimestru těhotenství a potom během prvních 2 měsíců laktace. První skupinu tvořily ženy, které pily džus během těhotenství a vodu během laktace, druhá skupina žen pila v těhotenství vodu a džus během laktace a třetí skupina byla kontrolní, takže ženy pily vodu v těhotenství i po porodu. Následně bylo pozorováno chování jejich dětí v průběhu jídla. Byly použity videonahrávky a devíti stupňová škála, kdy matky hodnotily, jak si děti užívají jídlo a jestli jim více chutnají cereálie připravené s vodou nebo s mrkvovým džusem. Děti, které byly chuti a vůni mrkve vystaveny prenatálně či postnatálně, se chovaly jinak, než ty, co se s chutí mrkve dříve nesetkaly. Vykazovaly méně negativních výrazů na mrkvovou chuť ve srovnání s chutí obyčejných cereálií bez příchuti. Naopak děti, jejichž matky pily vodu v průběhu těhotenství a kojení, nevykazovaly žádný takový rozdíl. Dalším zjištěním bylo, že děti, které měly jen prenatální zkušenost s vůní mrkve, si podle hodnocení jejich matek jídlo obsahující mrkev užívaly více.

S chutěmi a vůněmi charakteristickými pro danou kulturu se tak novorozenci seznamují ještě před požitím první pevné stravy, jelikož se tyto chutě projevují už v mateřském mléce (Mennella a kol. 2001).

Tyto rané chuťové zkušenosti u dětí mohou poskytovat základ pro kulturní a etnické rozdíly například v mezinárodní kuchyni. Určují také preference pro různé vůně a chutě a pro jejich bohatou stravu je tedy důležité, aby matčina strava byla různorodá.

Jak bylo zmíněno, kojenci považují za atraktivní vůni mateřského mléka a plodové vody, ale kromě toho také považují za příjemnou i jinou vůni se kterou se dostávají do styku, a to podpažní vůni vlastní matky. Dva týdny staré kojené děti dokáží matku poznat podle pachu jejího podpažního potu (Cernoch & Porter 1985). Tento pach také dokáží rozpoznat od cizí ženy. Dále bylo zjištěno, že nekojené děti v tomto pokusu selhávají, což může být vysvětleno tím, že nejsou s matkou v tak blízkém kontaktu jako děti kojené. Při kojení se totiž nos dítěte dostává do těsné blízkosti matčiny holé kůže, čímž se seznamuje s její charakteristickou tělesnou vůní (Cernoch & Porter 1985) a také s unikátní vůní prsu.

### Morfologie prsu

Ženský prs obsahuje tukovou vrstvu a mléčné žlázy, na jeho vrcholu se nachází bradavka neboli *mamilla*, ze které se při laktaci uvolňuje mateřské mléko a okolo které je prsní dvorec neboli *areola*. Bradavky jsou hustě pokryty hlavně mazovými a apokrinními žlázami, ze kterých je při laktaci vypouštěn sekret a na povrchu dvorců se nacházejí zase ekrinní a zvětšené mazové žlázy. Na areolách byly roku 1837 dále pojmenovány Montgomeryho žlázy či tuberkuly, které uvolňují při laktaci vůni a jsou bohatě prokrveny a inervovány (Montagna & Yun 1972). Vhodné podmínky pro uvolnění vůně z těchto přídatných mléčných žláz vytváří dětský pláč, při němž se zvyšuje teplota bradavek a tím se vůně lépe uvolňuje (Fleming 1966).

Vůni prsu matky se zabýval i S. Doucet, který zjistil, že chování novorozence je ovlivněno vůní produkovanou mateřskými žlázami v okolí areol. Novorozenec v přítomnosti vůně prsu vykazuje víc sacích pohybů a má déle zavřené oči, zatímco bez přítomnosti této vůně dítě více pláče a má déle otevřené oči (Doucet a kol. 2007). Předcházející výzkum ukazuje preference novorozence mezi neomýtým prsem matky a prsem zbaveným pachem. V tomto případě většina testovaných dětí volila prs s mateřskou vůní (Varendi a kol. 1994). Vůně mléka odráží též metabolismus, stravu matky či genetickou stavbu (Marlier & Schaal 2005) a směs obsahuje části lipidů, které mohou vylepšit tuto vůni a atraktivitu.

Morfologií areoly a kožními žlázami se také zabýval i B. Schaal (2006). Ve své práci zmiňuje dva hlavní typy žláz a to Montgomeryho a Morgagniho žlázy. Jak vyplývá z předchozích studií, funkce těchto žláz se zvyšuje v období těhotenství a po porodu. Morgagniho žlázy byly popsány roku 1719, nacházejí se v místě vlasového váčku, fungují jako mazová žláza a též vylučují chemické látky, které jsou pro novorozence atraktivní.

Schaal dále popisoval množství, rozložení a funkčnost kožních žláz na dvorcích bradavek a zjistil, že množství žláz pozitivně koreluje s nárůstem váhy dítěte v prvních 3 dnech života, se

schopností novorozence rychleji najít bradavku a také s rychlým nástupem laktace (Schaal a kol. 2006). Tento fakt má pozitivní vliv na psychiku především u prvorodiček. U nezkušených matek je totiž pro jejich sebevědomí důležité, když novorozenec snadno a rychle nalezne bradavku a začne bez navádění sát z neomytého prsu (Varendi a kol. 1997). Pokud by toto nenastalo, mohla by u matek například později nastoupit laktace či se úplně zastavit, což by mohlo mít negativní vliv na růst novorozence.

Následně zjišťoval, zda uspořádání areolárních kožních žláz chrání matku před patogeny nebo jestli ji chrání před narušením pokožky slinami kojence či jestli sekrece mazu spolu se slinami dítěte tvoří neprostupnou vrstvu pro lepší efektivitu sání nebo jestli je funkce těchto žláz hlavně komunikační. Kdyby zastávaly ochrannou funkci, musely by být rozmístěny rovnoměrně, v případě, že by chránily matku před narušením slinami, koncentrace by musela být vyšší na dolním okraji a kdyby vytvářely neprostupnou vrstvu, měly by být shluknuty. Podle posledního předpokladu by měly být v horní polovině dvorce, kam směřuje nos dítěte. Výsledkem studie bylo nerovnoměrné a nenáhodné rozložení kožních žláz. Vyšší koncentrace byla objevena na horní laterální straně areoly a to podporuje předpoklad, že se jedná o komunikační funkci (Schaal a kol. 2006).

#### Komunikace mezi matkou a dítětem

Mezi matkou a novorozencem probíhá převážně chemická komunikace, kdy se novorozenci orientují čichem při nalézání matčiny bradavky. Strukturou sloužící při této komunikaci jsou výše zmíněné Montgomeryho žlázy.

S komunikací mezi novorozencem a matkou či pečovatelem souvisí také pojem attachment. Ten vyjadřuje citové přimknutí k pečovateli, je to významné pouto mezi matkou a dítětem, které je důležité pro formování pozdějších vztahů a psychický vývoj dítěte. Dítě u matky či pečovatele hledá ochranu, bezpečí a psychickou útěchu. Pokud dítě nenajde u rodiče útěchu a nedojde k vytvoření pouta, může v dospělosti u dítěte docházet k sociálním disbalancím (Bowlby 1982; Ainsworth 1979). Navázání kontaktu mezi matkou a dítětem a vytvoření pocitu bezpečí je tedy pro dítě a jeho budoucí vztahy zásadní (Holmes & Johnson 2009).

Ve vývoji pouta mezi matkou a dítětem je velice významným faktorem již zmíněné časné poznávání matčiny vůně a vůně jejího prsu (Porter & Winberg 1999).

Pro dobře fungující vztah a chemickou komunikaci mezi matkou a novorozencem je mimo jiné důležité i rozpoznávání dítěte matkou. Matky dokáží poznat vůni svého dítěte od vůní ostatních dětí. K tomuto poznatku přispěla studie se 6 dní starými dětmi, ve které 16 z 20 matek poznalo

vůni vlastního novorozence (Porter a kol. 1983). Tento jev přetrvával i při porodu císařským řezem, kdy i přes omezený kontakt matky a novorozence, své dítě správně identifikovalo 13 ze 17 matek. Russel (1983) také přispěl k tématu se studií, ve které matka podle čichu poznala mezi 3 různými dětmi vlastního novorozence 6 hodin po porodu a to i v případě, že s ním byla v kontaktu jen chvíli. Tato schopnost bez dalšího kontaktu matky s dítětem přetrvávala 48 hodin s tím, že se úspěšnost s delší dobou kontaktu nezvyšovala (Russell a kol. 1983).

V rozpoznávání vůně svého dítěte jsou úspěšnější matky, které se k dětem chovají láskyplněji a jsou s nimi v kontaktu delší dobu (Fleming a kol. 1995). Schopnost poznat vlastní dítě je tedy ovlivněna chováním matky k novorozenci.

Úspěšnější participantky studie více kojily po porodu a trávily s novorozencem více času v prvních 12 hodinách. Vůni svého dítěte ale umí poznat všechny matky, kterým byly předloženy vůně dvou různých dětí stejného věku dvou dnů a stejného pohlaví. V tomto případě téměř 90% žen úspěšně rozpoznalo vůni vlastního dítěte (Fleming a kol. 1995).

Chování matky a časný blízký kontakt s novorozencem dále ovlivňuje jejich hodnocení atraktivity vůně dítěte (Fleming a kol. 1993). Matky, které hodnotí vůni těla, výkalů či moči dítěte pozitivněji, mají pravděpodobněji lepší mateřské schopnosti a zahajují kontakt s dítětem dříve, než ty, které hodnotily vůni negativněji. Také se u nich vyskytuje více blízkého nasálního kontaktu při kojení, kratší interval separace a atraktivita novorozenecké vůně může tedy reflektovat vyvíjející se vztah mezi matkou a dítětem. Výsledky studie naznačují, že reakce na vůni novorozence závisí na délce a kvalitě kontaktu. Dále bylo zjištěno, že dětská vůně byla atraktivnější pro ženy po porodu než pro bezdětné ženy, které na vůni těla dítěte nereagovaly tak pozitivně a nehodnotily ji jako atraktivní (Fleming a kol. 1993; Fleming a kol. 1997).

V následující studii byl zkoumán vztah poporodních hormonů a předchozích zkušeností s novorozenci v souvislosti s rozdílnou přitažlivostí matek k vůni kojenců (Fleming a kol. 1997). Matky poskytly informace ohledně vztahu a postoje k novorozencům a jejich slinné vzorky byly analyzovány na hladiny kortizolu, progesteronu a testosteronu. Výsledky studie ukazují, že matky prvorodičky s vyššími koncentracemi kortizolu byly schopny lépe rozpoznat vůni svého dítěte a byly také i ve větší míře přitahovány tělesnou vůní vlastního dítěte. Významnou roli v rozpoznávání vůně a rozdílném hodnocení přitažlivosti vůní hrají také matčiny předchozí zkušenosti s kojenci. Matky s většími zkušenostmi vykazovaly větší přitažlivost k vůním novorozenců a pozitivnější vztahy k dětem (Fleming a kol. 1997).

Schopnost ženy rozpoznat dítě, není předem dána. Velkou roli hraje již zmíněná délka kontaktu s novorozencem. Kaitz (1992) tento předpoklad testoval ve studii s bezdětnými studentkami.



Participantky studie byly schopny se naučit rozlišit vůni jim přiděleného novorozence od jiného novorozence, se kterým netrávily čas (Kaitz & Eidelman 1992).

Ženy jsou též schopny poznat vůni amniové tekutiny vlastního dítěte a dokáží ji rozlišit od amniové tekutiny cizího novorozence (Porter 1998). Lidé jsou totiž, stejně jako ostatní savci, schopni rozlišovat příbuzenské a nepříbuzenské pachy.

Tento předpoklad se potvrdil i ve studii Schaala (1998), ve které byli matky i otcové schopni rozlišit vůně dvou vzorků plodové vody, z čehož jeden byl jejich vlastního dítěte a druhý nepříbuzného dítěte. Navíc oba rodiče byli schopni přesně identifikovat vůni plodové vody vlastního novorozence. Plodová voda totiž nese individualizované pachové vlastnosti a její vůně je podobná s vůní těla dítěte a s vůní matky ke konci těhotenství. Tento fakt má vliv na navazování a upevňování vazby mezi novorozencem a rodiči, protože vůně dítěte může matce připomínat vlastní vůni a otec také buď vědomě či nevědomě poznává v této vůni příbuzenské znaky (Schaal & Marlier 1998).

V rozpoznávání vlastních novorozenců čichem jsou méně úspěšní otcové. Ve studii Badera (2002) nebyli schopni identifikovat vůni svého dítěte a nedokázali je na signifikantní úrovni poznat od dvou ostatních novorozenců. Při tomto testování ve výsledku nezáleželo na počtu předchozích kontaktů s dítětem (Bader & Phillips 2002).

Závěrem tedy lze říci, že matky, které jsou úspěšnější v rozpoznávání vůně vlastního dítěte, s ním mají bližší vztah, lépe o něj pečují, chovají se láskyplněji a tím dochází k vytváření citového pouta neboli attachmentu mezi novorozencem a rodičem. Stejně tak časné rozpoznávání vůně novorozencem souvisí s vytvářením vztahu s matkou. Na druhou stranu v tomto vztahu není jasná kauzalita, takže láskyplnější chování matky k novorozenci a jejich těsnější fyzický kontakt může ovlivňovat její schopnost poznat vůni svého dítěte.

## Závěr

Cílem této práce je zhodnotit roli čichu v prenatálním a kojeneckém období lidského života. Hlavní část textu se zaměřuje na novorozenecké preference vůní, které se vyskytují jak bez předchozí zkušenosti, tak i opakovaným setkáváním se s vůněmi.

Výsledky studií ukazují, že plod, který v děloze během vývoje čichem vnímá své okolí, si tyto podněty pamatuje a rozpoznává je po porodu (Schaal a kol. 1995). Na to ukazují i další výzkumy ohledně preferencí vůně vlastní plodové vody, tato známá vůně je pro ně atraktivní a mohou se tak ovlivňovat rané čichové preference u novorozenců. Vůni plodové vody dávají přednost například i před vůní sunaru, se kterou se setkali po narození v kontextu krmení (Marlier a kol. 1998a).

Rané novorozenecké preference se rozvíjejí s postnatálními zkušenostmi, preference pro vůni plodové vody slábne a reakce na přirozenou vůni prsu může být postnatálními zkušenostmi ještě posílena (Varendi a kol. 1997). Pro novorozence je po narození nejatraktivnější vůně kolostra, tj. první sekrece z mléčné žlázy, poté vůně kojícího prsu a následně vůně mateřského mléka (Marlier a kol. 1998b).

Opakovaným setkáváním se s určitou vůní se následně vytvářejí ještě další preference a budoucí stravovací návyky. Do toho se promítá například strava matky, která ovlivňuje chuť a vůni mateřského mléka (Mennella & Beauchamp 1991). Tak dítě přes amniovou tekutinu či mateřské mléko přichází do styku se stravou typickou pro danou rodinu či kulturu (Schaal a kol. 2000).

Novorozenci jsou také schopni najít matčinu bradavku během několika minut po porodu a jsou k ní přitahováni (Macfarlane 1975). Vůně bradavky tak napomáhá novorozenci k její lokalizaci a úspěšnému nastartování kojení (Porter & Winberg 1999) Tato vůně je pro ně atraktivní, i v případě, že nepochází od jejich matky, ale od cizí ženy a nalézáme ji dokonce, i když s ní nemá dítě žádnou předchozí zkušenost (Makin & Porter 1989).

Preference vůně prsu kojící ženy je, jak se zdá, pravděpodobně vrozená, protože ji novorozenci krmení umělou výživou preferovali i před vůní spojenou s příjmem potravy (vůně sunaru), takže se nejednalo jen o podmíněnou reakci na odměnu (Porter a kol. 1991). Chemické profily vůně prsu a vůně plodové vody se částečně překrývají, takže postnatální přitažlivost k vůni bradavky může souviset s prenatálním vystavením této vůni (Marlier a kol. 1998b).

V závěru práce je krátce zmíněno vzájemné rozpoznávání vůní mezi rodičem a novorozencem a vytváření jejich vzájemného pouta. Bylo zjištěno, že matky jsou v rozpoznávání vlastního dítěte úspěšnější než otcové, ale tato schopnost poznat vůni svého dítěte není předem daná a

mohou se ji naučit i bezdětné ženy (Kaitz & Eidelman 1992). Roli zde hraje také délka kontaktu, intenzita a vřelost vztahu.

Právě vůně mateřského mléka a prsu má důležitou roli při komunikaci mezi matkou a novorozencem. Podle definice komunikace bylo ukázáno, že rozpoznávání této vůně novorozencem splňuje podmínky komunikace. Existuje zde odesílatel i příjemce signálu, pro něž je vyvinuta specializovaná struktura v podobě matčiny bradavky, specifický signál také spolehlivě vyvolává u novorozence stejnou odezvu a signál je přesně definovaný.

Zato například u rozpoznávání tělesné vůně mezi matkou a dítětem se spíše jedná o orientaci podle vodítek v tělesné vůni. Zde nemusí docházet vždy ke stejné a specifické odezvě a častěji může také docházet k selhání a chybám.

## Seznam literatury

- Ainsworth, M. D., 1979. Infant--mother attachment. *The American psychologist*, 34(10), s.932–937.
- Bader, A. P. & Phillips, R. D., 2002. Fathers' recognition of their newborns by visual-facial and olfactory cues. *Psychology of Men & Masculinity*, 3(2), s.79–84.
- Bowlby, J., 1982. Attachment and loss - Retrospect and prospect. *American Journal of Orthopsychiatry*, 52(October), s.664–678.
- Brand, G., 2006. Olfactory/trigeminal interactions in nasal chemoreception. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30(7), s.908–917.
- Brennan, P. a & Kendrick, K. M., 2006. Mammalian social odours: attraction and individual recognition. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 361(1476), s.2061–2078.
- Cernoch, J. M. & Porter, R. H., 1985. Recognition of maternal axillary odors by infants. *Child development*, 56(6), s.1593–1598.
- Cometto-Muñiz, E. J. & Doty, R. L., 2003. Trigeminal Chemosensation. In *Handbook of Olfaction and Gustation*. CRC Press, s. 981 – 1000.
- Čihák, R., 2004. *Anatomie 3*, Praha: Grada Publishing.
- Dalton, P., Doolittle, N. & Breslin, P., 2002. Gender-specific induction of enhanced sensitivity to odors. *Nature neuroscience*, 5(3), s.199–200.
- Doty, R. L., 2001. Olfaction. *Annual review of psychology*.
- Doty, R. L., Applebaum, S., Zusho, H., Settle, R. G., 1985. Sex differences in odor identification ability: A cross-cultural analysis. *Neuropsychologia*, 23(5), s.667–672.
- Doty, R. L., Shaman, P., Applebaum, S., Giberson, R., a kol., 1984. Smell identification ability: changes with age. *Science*, 226(4681), s.1441–1443.
- Doty, R. L., Shaman, P., Kimmelman, C. P., Dann, M. S., 1984. University of pennsylvania smell identification test: A rapid quantitative olfactory function test for the clinic. *The Laryngoscope*, 94(2), s.176–178.
- Doty, R. L. & Laing, D. G., 2003. Psychophysical Measurement of Human Olfactory Function, Including Odorant Mixture Assessment. In *Handbook of Olfaction and Gustation*. CRC Press.
- Doty, R. L., Shaman, P. & Dann, M. S., 1984. Development of the university of pennsylvania smell identification test: A standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiology & Behavior*, 32(3), s.489–502.

- Doucet, S., Soussignan, R., Schaal, B., Sagot, P., 2007. The smellscape of mother's breast effects of odor masking and selective unmasking on neonatal arousal, oral, and visual responses. *Developmental Psychobiology*, 49, s.165–171.
- Eibenstein, A., Fioretti, A. B., Lena, C., Rosati, N., a kol., 2005. Modern psychophysical tests to assess olfactory function. *Neurological Sciences*, 26(3), s.147–155.
- Eisenberg, J. F. & Kleiman, D. G., 1972. Olfactory Communication in Mammals. In *Annual Review of Ecology and Systematics*. s. 1 – 32.
- Ferdenzi, C., Coureaud, G., Camos, V., Schaal, B., 2008. Human awareness and uses of odor cues in everyday life: Results from a questionnaire study in children. *International Journal of Behavioral Development*, 32(5), s.422–431.
- Firestein, S., 2001. How the olfactory system makes sense of scents. *Nature*, 413(6852), s.211–218.
- Flanagan, D., Genshaft, J. & Harrison, P., 1997. Contemporary intellectual assessment: Theories, tests and issues. *Adolescence*, 32(125), s.245–245.
- Fleming, A. S., Corter, C., Franks, P., Surbey, M., a kol., 1993. Postpartum factors related to mother's attraction to newborn infant odors. *Developmental psychobiology*, 26, s.115–132.
- Fleming, A. S., Corter, C., Surbey, M., Franks, P., Steiner, M., 1995. Postpartum factors related to mother's recognition of newborn infant odours. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 13(3-4), s.197–210.
- Fleming, A. S., Steiner, M. & Corter, C., 1997. Cortisol, hedonics, and maternal responsiveness in human mothers. *Hormones and behavior*, 32, s.85–98.
- Fleming, J. B., 1966. Montgomery and the follicles of the areola as a sign of pregnancy (1837). *Irish Journal of Medical Science*, 41(5), s.169–182.
- Hawkes, C. H. & Doty, R. L., 2009. *The Neurology of Olfaction*, s. 63
- Holmes, B. M. & Johnson, K. R., 2009. Adult attachment and romantic partner preference: A review. *Journal of Social and Personal Relationships*, 26(6-7), s.833–852.
- Hummel, T., 2000. Assessment of intranasal trigeminal function. *International Journal of Psychophysiology*, 36(2), s.147–155.
- Hummel, T., Futschik, T., Frasnelli, J., Hüttenbrink, K. B., 2003. Effects of olfactory function, age, and gender on trigeminally mediated sensations: A study based on the lateralization of chemosensory stimuli. *Toxicology Letters*, 140-141, s.273–280.
- Hummel, T., Sekinger, B., Wolf, S. R., Pauli, E., Kobal, G., 1997. „Sniffin" sticks'. Olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chemical Senses*, 22(1), s.39–52.

- Hummel, T., Pftzing, U. & Lötsch, J., 2010. A short olfactory test based on the identification of three odors. *Journal of Neurology*, 257(8), s.1316–1321.
- Chalouhi, C., Faulcon, P., Le Bihan, Ch., Hertz-Pannier, L., a kol., 2005. Olfactory evaluation in children: application to the CHARGE syndrome. *Pediatrics*, 116(1), s.e81–e88.
- Chen, C. C., Huang, F., Zheng, J. W., Fu, S. Q., a kol., 2010. Sectional anatomy of the olfactory pathways. *Journal of neurosurgical sciences*, 54(1), s.39–44.
- Jacquot, L., Monnin, J. & Brand, G., 2004. Unconscious odor detection could not be due to odor itself. *Brain Research*, 1002(1-2), s.51–54.
- Kaitz, M. & Eidelman, A. I., 1992. Smell-recognition of newborns by women who are not mothers. *Chemical Senses*, 17(2), s.225–229.
- Kleene, S. J., 2008. The electrochemical basis of odor transduction in vertebrate olfactory cilia. *Chemical Senses*, 33(9), s.839–859.
- Kobal, G., 2003. Electrophysiological Measurement of Olfactory Function. In *Handbook of Olfaction and Gustation*. CRC Press, s. 229–250.
- Laing, D. G., Doty, R. L. & Breipohl, W., 1991. *The Human Sense of Smell* D. G. Laing, R. L. Doty, & W. Breipohl, ed., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Lawless, H., 1991. The sense of smell in food quality and sensory evaluation. *Journal of Food Quality*, 14(1), s.33–60.
- Lebl, J., Provazník, K. & Hejcmanová, L., 2007. *Preklinická pediatrie*, Zdravotnické nakladatelství Galén.
- Macfarlane, A., 1975. Olfaction in the development of social preferences in the human neonate. *Ciba Foundation symposium*, (33), s.103–17.
- Makin, J. W. & Porter, R. H., 1989. Attractiveness of lactating females' breast odors to neonates. *Child development*, 60(15051), s.803–810.
- Marlier, L. & Schaal, B., 2005. Human newborns prefer human milk: Conspecific milk odor is attractive without postnatal exposure. *Child Development*, 76(1), s.155–168.
- Marlier, L., Schaal, B. & Soussignan, R., 1998a. Bottle-fed neonates prefer an odor experienced in utero to an odor experienced postnatally in the feeding context. *Developmental Psychobiology*, 33, s.133–145.
- Marlier, L., Schaal, B. & Soussignan, R., 1998b. Neonatal responsiveness to the odor of amniotic and lacteal fluids: a test of perinatal chemosensory continuity. *Child development*, 69, s.611–623.
- Maynard Smith, J., 1976. Group Selection. *Quarterly Review of Biology*, 51(2), s.277–283.

- Maynard Smith, J. & Harper, D., 1995. Animal Signals: Models and Terminology. *Journal of Theoretical Biology*, 177(3), s.305–311.
- Mennella, J. A. & Beauchamp, G. K., 1999. Experience with a flavor in mother's milk modifies the infant's acceptance of flavored cereal. *Developmental Psychobiology*, 35, s.197–203.
- Mennella, J. A. & Beauchamp, G. K., 1991. Maternal diet alters the sensory qualities of human milk and the nursling's behavior. , s.8.
- Mennella, J. A. & Beauchamp, G. K., 1993. The effects of repeated exposure to garlic-flavored milk on the nursling's behavior. *Pediatric research*, 34, s.805–808.
- Mennella, J. A. & Garcia, P. L., 2000. Children's hedonic response to the smell of alcohol: effects of parental drinking habits. *Alcoholism, clinical and experimental research*, 24(8), s.1167–1171.
- Mennella, J. A., Jagnow, C. P. & Beauchamp, G. K., 2001. Prenatal and postnatal flavor learning by human infants. *Pediatrics*, 107(6), s.E88.
- Mennella, J. A., Johnson, A. & Beauchamp, G. K., 1995. Garlic ingestion by pregnant women alters the odor of amniotic fluid., *Chemical senses*
- Meredith, M., 2001. Human vomeronasal organ function: a critical review of best and worst cases. *Chemical senses*, 26(4), s.433–445.
- Miwa, T., Furukawa, M., Tsukatani, T., Costanzo, R. M., a kol., 2001. Impact of olfactory impairment on quality of life and disability. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 127(5), s.497–503.
- Montagna, W. & Yun, J. S., 1972. The glands of Montgomery. *The British journal of dermatology*, 86(2), s.126–133.
- Müller-Schwarze, D., 2006. Chemical Ecology of Vertebrates. , s.563.
- Porter, R. H., Makin, J. W., Davis, L. B., Christensen, K. M., 1991. An assessment of the salient olfactory environment of formula-fed infants. *Physiology & Behavior*, 50(5), s.907–911.
- Porter, R. H., 1998. Olfaction and human kin recognition. *Genetica*, 104, s.259–263.
- Porter, R. H., Cernoch, J. M. & McLaughlin, F. J., 1983. Maternal recognition of neonates through olfactory cues. *Physiology & Behavior*, 30(1), s.151–154.
- Porter, R. H. & Winberg, J., 1999. Unique salience of maternal breast odors for newborn infants. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, s.439–449.
- Russell, M. J., Mendelson, T. & Peeke, H. V. S., 1983. Mother's identification of their infant's odors. *Ethology and Sociobiology*, 4(1), s.29–31.

- Scott-Phillips, T. C., 2010. Animal communication: insights from linguistic pragmatics. *Animal Behaviour*, 79(1), s.1–4.
- Scott-Phillips, T. C., 2008. Defining biological communication. *Journal of Evolutionary Biology*, 21(2), s.387–395.
- Sedlak, P. & Bláha, P., 2007. Child Growth and Development. In *Essential of Biological Antropology*. s. 149 – 160.
- Schaal, B., Doucet, S., Sagot, P., Hertling, E., Soussignan, R., 2006. Human breast areolae as scent organs: Morphological data and possible involvement in maternal-neonatal coadaptation. *Developmental Psychobiology*, 48, s.100–110.
- Schaal, B. & Marlier, L., 1998. Maternal and paternal perception of individual odor signatures in human amniotic fluid - Potential role in early bonding? *Biology of the Neonate*, 74, s.266–273.
- Schaal, B., Marlier, L. & Soussignan, R., 2000. Human fetuses learn odours from their pregnant mother's diet. *Chemical senses*, 25(22), s.729–737.
- Schaal, B., Marlier, L. & Soussignan, R., 1998. Olfactory function in the human fetus: evidence from selective neonatal responsiveness to the odor of amniotic fluid. *Behavioral neuroscience*, 112(6), s.1438–1449.
- Schaal, B., Marlier, L. & Soussignan, R., 1995. Responsiveness to the odour of amniotic fluid in the human neonate. *Biology of the neonate*, 67, s.397–406.
- Smeets, M., Schifferstein, H. N. J., Boelema, S. R., Lensvelt-Mulders, G., 2008. The odor awareness scale: A new scale for measuring positive and negative odor awareness. *Chemical Senses*, 33(8), s.725–734.
- Smith, W. J., 1980. *The behavior of communicating*, Harvard University Press.
- Sobel, N., Yousem, D. M., Johnson, B. N., Mainland, J., 2003. Functional Neuroimaging of Human Olfaction. In *Handbook of Olfaction and Gustation*. s. 251–273.
- Temmel, A. F. P., Quint, Ch., Schickinger-Fischer, B., Klimek, L., a kol., 2002. Characteristics of olfactory disorders in relation to major causes of olfactory loss. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery*, 128(6), s.635–41.
- Varendi, H., Christensson, K., Porter, R. H., Winberg, J., 1998. Soothing effect of amniotic fluid smell in newborn infants. *Early Human Development*, 51, s.47–55.
- Varendi, H., Porter, R. H. & Winberg, J., 1994. Does the newborn baby find the nipple by smell? *Lancet*, 344, s.989–990.
- Varendi, H., Porter, R. H. & Winberg, J., 1997. Natural odour preferences of newborn infants change over time. *Acta paediatrica*, 86(1), s.985–990.



Vodicka, J., Pellant, A. & Chrobok, V., 2007. Screening of olfactory function using odourized markers. *Rhinology*, 45(2), s.164–8.

Wilson, E., 1970. Chemical communication within animal species. *Chemical ecology*.